

**JP2003032218A**

**MULTI-CARRIER TRANSMITTER, MULTI-CARRIER RECEIVER, AND MULTI-CARRIER RADIO COMMUNICATION METHOD**

Publication number : JP2003032218A

Date of publication of application : 31.01.2003

Application number : 2001-214545

Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Date of filing : 13.07.2001

Inventor : MIYOSHI KENICHI

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a sub-carrier transmission ON/OFF control system, capable of improving information in transmission efficiency and reception performance, keeping the number of transmission bits constant in an MC-CDMA system, and to realize a sub-carrier transmission power control system capable of improving information in transmission efficiency and reception performance, in an MC-CDMA system or in an OFDM system.

**SOLUTION:** In an MC-CDMA system, a sub-carrier, to which transmission power, is not allotted because it is low in reception quality is not transmitted (transmission OFF), a transmission power for the sub-carrier is allotted to another sub-carrier to which a transmission power is allotted (transmission ON), and the sub-carrier is transmitted (sub-carrier transmission ON/OFF control). In an MC-CDMA system or an OFDM system, sub-carriers are increased or decreased in transmission power proportional to their reception levels on a reception side (sub-carrier inverse transmission power control).

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B 7/26	1 0 2	H 0 4 B 7/26	1 0 2 5 K 0 6 7
H 0 4 J 13/04		H 0 4 J 13/00	G

審査請求 有 請求項の数44 ○ L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-214545(P2001-214545)

(22) 出願日 平成13年7月13日 (2001.7.13)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 三好 薫一

神奈川県横浜市中区港北綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

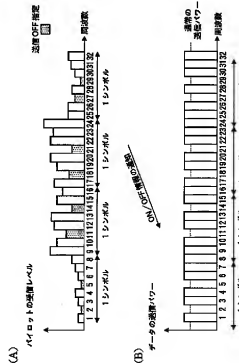
Fターム(参考) 5K022 D001 D021 D031 E0D1 EE21  
EE315K067 A413 A423 CC10 DD44 DD45  
EE02 EE10 GG09

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法

(57) 【要約】

【課題】 MC-CDMA方式において、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率と受信性能を向上できるサブキャリア送信ON/OFF制御方式を実現すること。また、MC-CDMA方式またはOFDM方式において、情報の伝送効率と受信性能を向上できるサブキャリア送信電力制御方式を実現すること。

【解決手段】 MC-CDMA方式において、受信品質が低く送信電力割り当てのないサブキャリアの送信を行わず(送信OFF)、その分の送信電力を送信電力割り当てのある(送信ON)サブキャリアに割り当てて送信を行う(サブキャリア送信ON/OFF制御)。また、MC-CDMA方式またはOFDM方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行う(サブキャリア逆送信電力制御)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された割り当て有無情報を基に、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当て手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

【請求項2】 前記割り当て手段は、データの総送信電力が一定になるように前記割り当てを行うことを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項3】 送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率（N）で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数（N）のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数（P）のサブキャリアであり、送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力は $N/(N-P)$ 倍されて送信されることを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項4】 1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、適応的に変更可能であることを特徴とする請求項3記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項5】 1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、下記の式を満たす値に設定される、 $2^{(N-P-1)} \geq N$ ことを特徴とする請求項3記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項6】 前記取得手段は、受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信手段と、前記受信手段によって受信された受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定手段と、を有することを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項7】 前記取得手段は、受信側で決定された前記割り当て有無情報を受信する受信手段、を有することを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項8】 前記取得手段は、受信信号の遅延プロファイルを推定する第1推定手段と、前記第1推定手段によって推定された遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第2推定手段と、

前記第2推定手段によって推定された受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定手段と、を有することを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項9】 請求項6記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段によって推定された受信品質情報を送信する送信手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項10】 請求項7記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段によって推定された受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定手段と、前記決定手段によって決定された割り当て有無情報を送信する送信手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項11】 請求項1から請求項8のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項12】 請求項9または請求項10記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項13】 請求項1から請求項8のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項14】 請求項9または請求項10記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項15】 周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した割り当て有無情報を基に、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当てステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項16】 前記割り当てステップは、データの総送信電力が一定になるように前記割り当てを行うことを特徴とする請求項15記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項17】 送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率（N）で周波数軸方向に

拡散して得られる拡散率と同数（N）のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数（P）のサブキャリアであり、送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力は $N / (N - P)$ 倍されて送信されることを特徴とする請求項1記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項18】 1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、適応的に変更可能であることを特徴とする請求項17記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項19】 1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、下記の式を満たす値に設定される、 $2^{(N-P-1)} \geq N$ ことを特徴とする請求項17記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項20】 前記取得ステップは、受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信ステップと、前記受信ステップで受信した受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定ステップと、を有することを特徴とする請求項15記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項21】 前記取得ステップは、受信側で決定された前記割り当て有無情報を受信する受信ステップと、を有することを特徴とする請求項15記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項22】 前記取得ステップは、受信信号の遅延プロファイルを推定する第1推定ステップと、前記第1推定ステップで推定した遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第2推定ステップと、前記第2推定ステップで推定した受信品質情報を基に、前記割り当て有無情報を決定する決定ステップと、を有することを特徴とする請求項15記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項23】 請求項20記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項24】 請求項21記載のマルチキャリア無線

通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定ステップと、前記決定ステップで決定した割り当て有無情報を送信する送信ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項25】 周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

【請求項26】 前記制御手段は、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うことを特徴とする請求項25記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項27】 請求項25記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出された受信品質情報を送信する送信手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項28】 請求項25または請求項26記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項29】 請求項27記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項30】 請求項25または請求項26記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項31】 請求項27記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項32】 周波数軸方向に拡散を行って無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、受

信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、

を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項33】 前記制御ステップは、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うことを特徴とする請求項32記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項34】 請求項32記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項35】 OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

【請求項36】 前記制御手段は、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うことを特徴とする請求項35記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項37】 請求項35記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出された受信品質情報を送信する送信手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項38】 請求項35または請求項36記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項39】 請求項37記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項40】 請求項35または請求項36記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする移動局装置。

【請求項41】 請求項37記載のマルチキャリア受信装置を有することを特徴とする基地局装置。

【請求項42】 OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【請求項43】 前記制御ステップは、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うことを特徴とする請求項42記載のマルチキャリア無線通信方法。

【請求項44】 請求項42記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、送受信装置に関し、特に、マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、無線通信、特に移動体通信では、音声以外に画像やデータなどの様々な情報が伝送の対象になっている。今後は、多様なコンテンツの伝送に対する需要がますます高くなることが予想されるため、高信頼かつ高速な伝送に対する必要性がさらに高まるであろうと予想される。しかしながら、移動体通信において高速伝送を行う場合、マルチパスによる遅延波の影響が無視できなくなり、周波数選択性フェージングにより伝送特性が劣化する。

【0003】周波数選択性フェージング対策技術の一つとして、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式などのマルチキャリア (MC) 変調方式が注目されている。マルチキャリア変調方式は、周波数選択性フェージングが発生しない程度に伝送速度を抑えられた複数の搬送波 (サブキャリア) を用いてデータを伝送することにより、結果的に高速伝送を行う技術で

ある。特に、OFDM方式は、データが配置される複数のサブキャリアが相互に直交しているため、マルチキャリア変調方式の中で最も周波数利用効率が高い方式であり、また、比較的簡単なハードウェア構成で実現できることから、とりわけ注目されており、様々な検討が加えられている。

【0004】そのような検討の一例として、たとえば、吉謙、三瓶、森永：「OFDMサブキャリア適応変調システムにおけるマルチレベル送信電力制御適用時の特性」、信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE, SSE2000-71, RCS2000-60(2000-07), pp.63-68や、前田、三瓶、森永：「OFDM/FDDシステムにおける遅延プロファイル情報チャネルを用いたサブキャリア送信電力制御方式の特性」、電子情報通信学会論文誌, B, Vol. J84-B, No.2, pp.205-213 (2001年2月)に記載されたものがある。

【0005】ここでは、基地局は、たとえば、図8に示すように、サブキャリアごとの受信状況が一定になるように送信電力を制御することで、受信機感度の向上を図っている（以下「従来方式1」という）。さらには、たとえば、図9に示すように、サブキャリア送信電力制御を行う際に、受信品質が低いサブキャリアでの送信を行わないように制御して、送信電力の低減を図っている（以下「従来方式2」という）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来方式1および従来方式2においては、次のような問題がある。

【0007】まず、従来方式1では、伝搬路において電力が低下するサブキャリアには送信時に大きなエネルギーを与え、伝搬路において電力が上昇するサブキャリアには送信時に小さなエネルギーを与えるため（図8参照）、効率が悪く、受信性能の向上には一定の限界がある。

【0008】また、特に従来方式1では、サブキャリアごとに送信電力制御を行っているため、QAMなどの多値変調を行う場合には、サブキャリアごとに送信信号の基準レベルを送信する必要がある。

【0009】一方、従来方式2では、受信情報を復調するために、送信を行わない（つまり、送信電力を割り当てない）サブキャリアの位置情報を基地局から移動局に別途送信する必要がある、情報の伝送に使用されない比較的大きな送信電力が必要となる。また、このように送信電力が比較的大きいため、その信号が他のセルとの干渉を招いてしまうおそれがある。

【0010】また、従来方式2では、送信を行わないサブキャリアが存在する場合、送信できるビット数が減少してしまい、情報が正しく伝送されないおそれがある。たとえば、図9（B）に示すサブキャリア#1～#7の部分Rについては、送信キャリア数が少なすぎるため、

正しく復調することができない。なお、これを改善するために、従来方式2では、バンクチャを行うことで送信ビットを減らしているが、バンクチャを行うと符号化率が高くなるため、誤り訂正能力は低下してしまう。

【0011】また、従来方式2では、受信品質が低いサブキャリアの送信をOFFするため、総送信電力が減少してしまい、情報伝送の効率が低下してしまう。

【0012】また、最近、より高速な伝送を実現するためのアクセス方式として、OFDM方式とCDMA（Co Division Multiple Access）方式を組み合わせた方式（MC（マルチキャリア）-CDMA方式ともOFDM-CDMA方式とも呼ばれるが、ここでは「MC-CDMA方式」と呼ぶことにする）が特に注目されている。ここで、CDMA方式は、周波数選択性フージング対策の別の技術であるスペクトル拡散方式の一つであって、各ユーザの情報を各ユーザに固有の拡散符号で周波数軸上に直接拡散して拡散利得を得ることによって耐干渉性を高める技術である。なお、MC-CDMA方式については、後で詳述する。

【0013】このMC-CDMA方式に、たとえば、上記の従来方式2を単純に適用した場合、さらに、次のような問題がある。

【0014】すなわち、従来方式2では、すべてのサブキャリアの中から送信を行わないサブキャリアが選択されるため、MC-CDMA方式においてあるシンボルの拡散チップがすべて送信OFFされてしまうと、そのシンボルは完全に送信されなくなってしまう、性能が劣化する。

【0015】また、MC-CDMA方式において単純に送信OFF制御を行うと、拡散コードが多重されている送信信号の直交性が完全に散れ、別の拡散コードで送信している信号が全く同じ信号波形になってしまい、受信側でそれらを分離することができなくなってしまう。

【0016】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、MC-CDMA方式において、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア送信ON/OFF制御方式のマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法を提供することを目的とする。

【0017】また、本発明は、MC-CDMA方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができ、サブキャリア送信電力制御方式のマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無線通信方法を提供することを目的とする。

【0018】また、本発明は、OFDM方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができ、サブキャリア送信電力制御方式のマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置、およびマルチキャリア無

線通信方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】（１）本発明のマルチキャリア送信装置は、周波数軸方向に拡散を行って（たとえば、MC-CDMA方式により）無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当てが無情報取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された割り当てが無情報を基に、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てする割り当て手段と、を有する構成を採る。

【0020】この構成によれば、たとえば、MC-CDMA方式において、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てする、たとえば、受信品質が低いサブキャリアの送信を行わず（送信OFF）、その分の送信電力を受信品質が高い他のサブキャリアに割り当てて送信するため、情報の伝送効率を向上することができる。しかも、このとき、受信側では逆拡散を行うため、送信を行わないサブキャリアの位置情報は不要となる。

【0021】（２）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記割り当て手段は、データの総送信電力が一定になるように前記割り当てを行う構成を採る。

【0022】この構成によれば、データの総送信電力が一定になるように前記割り当てを行うため、情報の伝送効率の低下を回避することができる。

【0023】（３）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率（ $N$ ）で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数（ $N$ ）のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数（ $P$ ）のサブキャリアであり、送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力は  $N / (N - P)$  倍されて送信される構成を採る。

【0024】この構成によれば、各シンボルに対して、必ず  $(N - P)$  本のサブキャリアは送信されるため、完全に送信OFFされるシンボルをなくすことができ、送信ビット数を保ちながら、効率的に情報伝送を行うことができる。このとき、１シンボル当たりの送信される各サブキャリアの送信電力は、たとえば、均等に分配された場合、通常の  $N / (N - P)$  倍になる。

【0025】（４）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、１シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（ $P$ ）は、適応的に変更可能な構成を採る。

【0026】この構成によれば、１シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（ $P$ ）を伝搬環境

に応じて最適な値に設定することができる。また、受信側で割り当てが無情報を決定する場合において上記  $P$  値を送信側から受信側に送信することは、受信側は、送信されたサブキャリアの電力が  $N / (N - P)$  倍されていることを認識できるので、たとえば、QAM復調のための基準レベルを認識することができるため、QAM復調を行うことができる。

【0027】（５）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、１シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（ $P$ ）は、下記の式、 $2^{(N-P-1)} \geq N$  を満たす値に設定される、構成を採る。

【0028】この構成によれば、（ $N - P$ ）本のサブキャリアで  $N$  種類以上の拡散コードの組み合わせを取ることができるため、異なる拡散コードで拡散した信号が同じ波形になることが回避され、受信側では異なる拡散コードの信号を必ず分離することができる。

【0029】（６）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記取得手段は、受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信手段と、前記受信手段によって受信された受信品質情報を基に、前記割り当てが無情報を決定する決定手段と、を有する構成を採る。

【0030】この構成によれば、送信側において割り当てが無情報を決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【0031】（７）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記取得手段は、受信側で推定された前記割り当てが無情報を受信する受信手段、を有する構成を採る。

【0032】この構成によれば、受信側において割り当てが無情報を決定することができ、割り当てが無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

【0033】（８）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記取得手段は、受信信号の遅延プロファイルを推定する第１推定手段と、前記第１推定手段によって推定された遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第２推定手段と、前記第２推定手段によって推定された受信品質情報を基に、前記割り当てが無情報を決定する決定手段と、を有する構成を採る。

【0034】この構成によれば、上りと下りとで遅延プロファイルがほぼ同じであることを利用して、送信ON/OFF制御のためのサブキャリアごとの受信品質情報を推定するため、受信側から送信側へのフィードバック信号（割り当てが無情報またはサブキャリアごとの受信品質情報）が不要になり、送信側だけで割り当てが無情報を決定することができる。

【0035】（9）本発明のマルチキャリア受信装置は、上記（6）記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段によって推定された受信品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0036】この構成によれば、送信側でサブキャリアごとの受信品質情報を基に割り当て有無情報を決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【0037】（10）本発明のマルチキャリア受信装置は、上記（7）記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段によって推定された受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を決定する決定手段と、前記決定手段によって決定された割り当て有無情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0038】この構成によれば、割り当て有無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないところ、受信側で割り当て有無情報を決定するため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

【0039】（11）本発明の基地局装置は、上記（1）～（8）のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0040】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0041】（12）本発明の移動局装置は、上記（9）または（10）記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0042】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0043】（13）本発明の移動局装置は、上記（1）～（8）のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0044】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0045】（14）本発明の基地局装置は、上記（9）または（10）記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0046】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0047】（15）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、周波数軸方向に拡散を行って（たとえば、MC-CDMA方式により）無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当て有無情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した割り当て有無情報を基に、送

信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる割り当てステップと、を有するようにした。

【0048】この方法によれば、たとえば、MC-CDMA方式において、送信電力割り当てのないサブキャリア分の送信電力を送信電力の割り当てのあるサブキャリアに割り当てる。たとえば、受信品質が低いサブキャリアの送信を行わず（送信OFF）、その分の送信電力を受信品質が高い他のサブキャリアに割り当てて送信するため、情報の伝送効率を向上することができる。しかも、このとき、受信側では逆拡散を行うため、送信を行わないサブキャリアの位置情報は不要となる。

【0049】（16）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記割り当てステップは、データの総送信電力が一定になるように前記割り当てを行うようにした。

【0050】この方法によれば、データの総送信電力が一定になるように前記割り当てを行うため、情報の伝送効率の低下を回避することができる。

【0051】（17）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、送信電力割り当てのないサブキャリアは、各シンボルを所定の拡散率（N）で周波数軸方向に拡散して得られる拡散率と同数（N）のチップの信号がそれぞれ割り当てられたサブキャリアのうち、シンボルごとに相対的に受信品質が低いあらかじめ設定された数（P）のサブキャリアであり、送信電力割り当てのあるサブキャリアの送信電力は $N / (N - P)$ 倍されて送信されるようにした。

【0052】この方法によれば、各シンボルに対して、必ず（N-P）本のサブキャリアは送信されるため、完全に送信OFFされるシンボルをなくことができ、送信ビット数を保ちながら、効率的に情報伝送を行うことができる。このとき、1シンボル当たりの送信される各サブキャリアの送信電力は、たとえば、均等に配分された場合、通常の $N / (N - P)$ 倍になる。

【0053】（18）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、適応的に変更可能であるようにした。

【0054】この方法によれば、1シンボル当たりの送信電力割り当てのないサブキャリア数（P）を伝搬環境に応じて最適な値に設定することができる。また、受信側で割り当て有無情報を決定する場合において上記P値を送信側から受信側に送信するときは、受信側は、送信されたサブキャリアの電力が $N / (N - P)$ 倍されていることを認識できるので、たとえば、QAM復調のための基準レベルを認識することができるため、QAM復調を行うことができる。

【0055】（19）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、1シンボル当たりの送信



電力割り当てのないサブキャリア数（P）は、下記の式、

$$2^{(N-P-1)} \geq N$$

を満たす値に設定されるようにした。

【0056】この方法によれば、（N-P）本のサブキャリアでN種類以上の拡散コードの組み合わせを取ることができるため、異なる拡散コードで拡散した信号が同じ波形になることが回避され、受信側では異なる拡散コードの信号を必ず分離することができる。

【0057】（20）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記取得ステップは、受信側で推定されたサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を受信する受信ステップと、前記受信ステップで受信した受信品質情報を基に、前記割り当てが無情報決定する決定ステップと、を有するようにした。

【0058】この方法によれば、送信側において割り当てが無情報決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【0059】（21）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記取得ステップは、受信側で決定された前記割り当てが無情報を受信する受信ステップ、を有するようにした。

【0060】この方法によれば、受信側において割り当てが無情報決定することができ、割り当てが無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

【0061】（22）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記取得ステップは、受信信号の遅延プロファイルを推定する第1推定ステップと、前記第1推定ステップで推定した遅延プロファイルを用いてサブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する第2推定ステップと、前記第2推定ステップで推定した受信品質情報を基に、前記割り当てが無情報決定する決定ステップと、を有するようにした。

【0062】この方法によれば、上りと下りとで遅延プロファイルがほぼ同じであることを利用して、送信ON/OFF制御のためのサブキャリアごとの受信品質情報を推定するため、受信側から送信側へのフィードバック信号（割り当てが無情報またはサブキャリアごとの受信品質情報）が不要になり、送信側だけで割り当てが無情報決定することができる。

【0063】（23）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記（20）記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0064】この方法によれば、送信側でサブキャリアごとの受信品質情報を基に割り当てが無情報決定することができ、受信側での演算量を低減することができる。

【0065】（24）本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記（21）記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリアごとの受信品質に関する受信品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した受信品質情報を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する割り当てが無情報決定する決定ステップと、前記決定ステップで決定した割り当てが無情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0066】この方法によれば、割り当てが無情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないところ、受信側で割り当てが無情報決定するため、受信側から送信側への情報量を低減することができる。

【0067】（25）本発明のマルチキャリア送信装置は、周波数軸方向に拡散を行って（たとえば、MC-CDMA方式により）無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有する構成を採る。

【0068】この構成によれば、たとえば、MC-CDMA方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0069】（26）本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記制御手段は、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行う構成を採る。

【0070】この構成によれば、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うため、1シンボル当たりの総送信電力を通常と同じに制御しつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0071】（27）本発明のマルチキャリア受信装置は、上記（25）記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する

検出手段と、前記検出手段によって検出された受信品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0072】この構成によれば、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0073】(28)本発明の基地局装置は、上記(25)または(26)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0074】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0075】(29)本発明の移動局装置は、上記(27)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0076】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0077】(30)本発明の移動局装置は、上記(25)または(26)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0078】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0079】(31)本発明の基地局装置は、上記(27)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を採る。

【0080】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0081】(32)本発明のマルチキャリア無線通信方法は、周波数軸方向に拡散を行って(たとえば、MC-CDMA方式により)無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、を有するようにした。

【0082】この方法によれば、たとえば、MC-CDMA方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0083】(33)本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記制御ステップは、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うようにした。

【0084】この方法によれば、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前

記サブキャリア送信電力制御を行うため、1シンボル当たりの総送信電力を通常と同じに制御しつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0085】(34)本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記(32)記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0086】この方法によれば、MC-CDMA方式において、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0087】(35)本発明のマルチキャリア送信装置は、OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、受信側での各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得手段と、前記取得手段によって取得された受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御手段と、を有する構成を採る。

【0088】この構成によれば、OFDM方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0089】(36)本発明のマルチキャリア送信装置は、上記の構成において、前記制御手段は、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行う構成を採る。

【0090】この構成によれば、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うため、1シンボル当たりの総送信電力を通常と同じに制御しつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0091】(37)本発明のマルチキャリア受信装置は、上記(35)記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出手段と、前記検出手段によって検出された受信品質情報を送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0092】この構成によれば、送信側でのサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0093】(38) 本発明の基地局装置は、上記(35)または(36)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を探る。

【0094】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0095】(39) 本発明の移動局装置は、上記(37)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を探る。

【0096】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0097】(40) 本発明の移動局装置は、上記(35)または(36)記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を探る。

【0098】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する移動局装置を提供することができる。

【0099】(41) 本発明の基地局装置は、上記(37)記載のマルチキャリア受信装置を有する構成を探る。

【0100】この構成によれば、上記と同様の作用効果を有する基地局装置を提供することができる。

【0101】(42) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、OFDM方式により無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、受信側で各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップで取得した受信レベル情報を基に、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力が大きく受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力が小さくなるように、各サブキャリアの送信電力を制御する制御ステップと、を有するようにした。

【0102】この方法によれば、OFDM方式において、受信側で各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど大きい送信電力で送信し、受信レベルが低いサブキャリアほど小さい送信電力で送信するため、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0103】(43) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記の方法において、前記制御ステップは、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うようにした。

【0104】この方法によれば、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように前記サブキャリア送信電力制御を行うため、1シンボル当たりの総送信電力を通常と同じに制御しつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0105】(44) 本発明のマルチキャリア無線通信方法は、上記(42)記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行う

マルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各サブキャリアの受信レベルに関する受信レベル情報を検出する検出ステップと、前記検出ステップで検出した受信品質情報を送信する送信ステップと、を有するようにした。

【0106】この方法によれば、OFDM方式において、送信側でサブキャリア送信電力制御に必要な各サブキャリアの受信レベル情報を受信側で検出して送信側に提供することができる。

【0107】

【発明の実施の形態】本発明の骨子は、MC-CDMA方式において、受信品質が低く送信電力割り当てのないサブキャリアの送信を行わず(送信OFF)、その分の送信電力を送信電力割り当てのある(送信ON)サブキャリアに割り当てて送信を行うことである(サブキャリア送信ON/OFF制御)。また、MC-CDMA方式またはOFDM方式において、受信側での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行うことである(サブキャリア逆送信電力制御)。

【0108】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0109】(実施の形態1) 図1は、本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図である。

【0110】図1に示すマルチキャリア送信装置(以下単に「送信機」という)100は、拡散部102、シリアル/パラレル変換(S/P)部104、送信制御部106、パワー制御部108、逆高速フーリエ変換(IFT)部110、パラレル/シリアル変換(P/S)部112、ガードインターバル(GI)挿入部114、送信RF部116、送信共用アンテナ118、受信RF部120、ON/OFF情報取り出し部122、およびキャリア選択部124を有する。送信機100は、たとえば、移動体通信システムにおける基地局に搭載されている。

【0111】また、図1に示すマルチキャリア受信装置(以下単に「受信機」という)200は、送受信共用アンテナ202、受信RF部204、ガードインターバル(GI)除去部206、シリアル/パラレル変換(S/P)部208、高速フーリエ変換(FFT)部210、チャンネル補償部212、パラレル/シリアル変換(P/S)部214、逆拡散部216、受信電力検出部218、ON/OFF情報生成部220、および送信RF部222を有する。受信機200は、たとえば、移動体通信システムにおける移動局装置に搭載されている。

【0112】送信機100および受信機200によって、たとえば、MC-CDMA方式の送受信機が構成される。

【0113】ここで、MC-CDMA方式の内容について、図2および図3を用いて説明する。

【0114】MC-CDMA方式では、信号を複数（たとえば、512本）の搬送波（サブキャリア）に分配して送信する。具体的には、送信信号は、まず、拡散符号により周波数軸方向に拡散され、コード多重される。コード多重された信号は、サブキャリア数分の並列信号にシリアル/パラレル変換される。図2は、送信されるOFDM信号の状態を示している（ $n$ はサブキャリア数）。同図中、「1」はガードインターバル、「3」はチップ、「5」はOFDMシンボルである。図2の例では、4シンボルのデータが $n$ 倍拡散されて送信されている。各シンボルは周波数軸方向の $n$ チップに拡散されている。なお、サブキャリア数と拡散コード数とは必ずしも一致する必要はない。また、図示しないが、OFDM信号には、サブキャリアごとにパイロット信号（既知信号）が配置されている。

【0115】また、MC-CDMA方式では、各サブキャリアは、直交信号になるようOFDM変調される。シリアル/パラレル変換後の並列信号は、IFFT処理を経て送信される。IFFT処理により、OFDM信号は、図3に示すように、各サブキャリア間で信号が直交した状態を保つことができる。ここで、信号が直交するとは、あるサブキャリアの信号のスペクトルが他の周波数の信号に影響を与えないことを意味する。OFDM変調を行う際は、OFDMシンボルにガードインターバルを挿入する。ガードインターバルの挿入により、ガードインターバル長よりも短い遅延波が存在しない場合、直交性を保つことが可能になる。

【0116】次いで、上記構成を有する送信機100および受信機200の動作について、図4を用いて説明する。図4は、本実施の形態に対応するサブキャリア送信ON/OFF制御方式の説明図であって、従来のサブキャリア送信ON/OFF制御方式（従来の方式2）を示す図9に対応するものである。

【0117】送信機100は、まず、拡散部102で、固有の拡散コードを用いてデータシンボルを所定の拡散率 $N$ で周波数軸方向に拡散する。拡散された信号は、S/P部104へ出力される。

【0118】S/P部104では、拡散後の信号（直列信号）をサブキャリア数分の並列信号にシリアル/パラレル変換した後、得られた並列信号を送信制御部106へ出力する。

【0119】送信制御部106では、キャリア選択部124で選択された送信OFF指定のサブキャリア（つまり、送信電力割り当てのないサブキャリア）については送信を行わないように各サブキャリアの送信のON/OFFを制御し、パワー制御部108では、送信制御部106による制御結果を受けて、送信するサブキャリアのパワー（送信電力）の合計が通常の送信パワーと同じに

なるように各サブキャリアの送信電力を制御する。すなわち、送信電力割り当てのない送信OFF指定のサブキャリア分の送信電力を、送信電力割り当てのある送信ON指定のサブキャリアに割り当てる。このとき、 $N$ サブキャリア中の $P$ サブキャリアについて送信を行わないとすると、送信する各サブキャリアの送信電力は、たとえば、均等に分配された場合、通常の $N/(N-P)$ 倍になる（たとえば、図4（B）参照）。これにより、1シンボル当たりの全チップにおける送信電力の総和は、各サブキャリアの送信ON/OFF制御を行わない場合と同じになり、情報の伝送効率の低下を回避することができる。送信電力制御された信号は、IFFT部110へ出力される。

【0120】IFFT部110では、送信電力制御された信号を逆高速フーリエ変換（IFFT）して周波数領域から時間領域に変換した後、P/S部112へ出力する。

【0121】P/S部112では、IFFT処理後の並列信号を直列信号にパラレル/シリアル変換した後、得られた直列信号をG1挿入部114へ出力する。

【0122】G1挿入部114では、遅延に対する特性を改善するために、P/S部112の出力信号にガードインターバルを挿入する。

【0123】ガードインターバル挿入後の信号は、送信RF部116で、アンプコンバートなどの所定の無線処理が施された後、アンテナ118から無線送信される。

【0124】その後、受信機200は、アンテナ202で、送信機100から無線送信された信号を受信して、受信RF部204へ出力する。

【0125】受信RF部204では、アンテナ202で受信した信号に対してダウンコンバートなどの所定の無線処理を施す。受信RF部204の出力信号（ベースバンド信号）は、G1除去部206へ出力される。

【0126】G1除去部206では、受信RF部204の出力信号（ベースバンド信号）からガードインターバルを除去して、S/P部208へ出力する。

【0127】S/P部208では、G1除去部206の出力信号（直列信号）をサブキャリア数分の並列信号にシリアル/パラレル変換して、FFT部210へ出力する。

【0128】FFT部210では、S/P部208の出力信号を高速フーリエ変換（FFT）して時間領域から周波数領域に変換（つまり、サブキャリアごとの成分に変換）した後、チャネル補償部212および受信電力検出部218へ出力する。

【0129】このとき、まず、チャネル補償部212では、受信信号に含まれるパイロット信号（既知信号）に基づいてチャネル（回線）を推定し、この推定値に基づいてチャネルを補償する。チャネル補償後の信号は、P/S部214へ出力される。

【0130】P/S部214では、チャネル補償後の信号(並列信号)を直列信号にパラレル/シリアル変換した後、得られた直列信号を送散部216へ出力する。

【0131】逆拡散部216では、送信側と同じ固有の拡散コードを用いてP/S部214の出力信号を逆拡散して、所望の受信データを得る。

【0132】一方、受信電力検出部218では、FFT部210の出力信号を入力して、サブキャリア信号ごとにパイロット信号の受信レベル(ここでは、受信電力)を検出する。受信電力検出部218の検出結果は、サブキャリアごとの受信品質情報としてON/OFF情報生成部220へ出力される。

【0133】ON/OFF情報生成部220では、受信電力検出部218の検出結果を基に、各サブキャリアに対する送信電力割り当ての有無に関する情報、つまり、サブキャリアごとの送信のON/OFF情報を生成する。具体的には、たとえば、1シンボルがN本のサブキャリアにわたって拡散率Nで周波数軸方向に拡散されている場合、N本のサブキャリアの中から相対的に受信品質が低いサブキャリアをP本選択して送信OFFにする。ここで、Pは、送信電力割り当てのない非送信サブキャリア数であって、あらかじめ設定された値である。すなわち、この場合、送信OFFするサブキャリアの数(P)をあらかじめ設定しておき、ある1シンボルを拡散率Nで拡散して得られたNチップの信号の中から、受信品質について下位P本のサブキャリアを選択して、送信OFFにする。これにより、各シンボルに対して、必ず(N-P)本のサブキャリアは送信されるため、完全に送信OFFされるシンボルをなくすことができ、送信ビット数を保ちながら、効率的に情報伝送を行うことができる。

【0134】このように、本実施の形態では、相対的に受信品質が低いサブキャリアを選択する。たとえば、図4(A)に示す例では、サブキャリア#11は、サブキャリア#28よりも受信品質が良いにもかかわらず、送信OFFに指定されている。これは、2シンボルを構成するサブキャリア#9〜#16(N=8)の中から、受信レベルが低い2本(P=2)を送信OFFに選択したためである。

【0135】また、このとき、Pの値は、下記の式1、 $2^{(N-P-1)} \geq N$  (式1)

を満たす値に設定される。これにより、(N-P)本のサブキャリアでN種類以上の拡散コードの組み合わせを取ることができるため、異なる拡散コードで拡散した信号が同じ波形になることが回避され、受信側では異なる拡散コードの信号を必ず分離することができる。

【0136】たとえば、4倍拡散の場合(N=4)、 $2^{(4-P-1)} \geq 4$ を満たすPは、P<2なので、P=1であり、1本しか送信をOFFすることができない。

【0137】具体的には、まず、4倍拡散の場合において

て2本のサブキャリアを送信OFFにしたときを考える。このとき、4倍拡散では、1111、1100、1001、1010の4つのコードがあるが、2本のサブキャリアの送信をOFFにすると、これら4つのコードは、それぞれ、--11、--00、--01、--10となる。よって、コード1で信号「1」を拡散した信号と、コード2で「0」を拡散した信号とが全く同じ送信信号になってしまう、受信側ではこれらを分離することができない。

【0138】一方、4倍拡散の場合において1本のサブキャリアのみを送信OFFにしたときを考える。このとき、4倍拡散では、1111、1100、1001、1010の4つのコードがあるが、1本のサブキャリアの送信をOFFにすると、これら4つのコードは、それぞれ、-111、-100、-001、-010となる。よって、これら4つのコードをそれぞれ反転した、-000、-011、-110、-101を含めた合計8つのうちのどれを取っても互いに同じにはならないため、拡散のときに異なる拡散コードのデータが同じ信号になることはない。したがって、N=4の場合は、P<2が必須の条件である。

【0139】ON/OFF情報生成部220の出力信号(サブキャリアごとの送信ON/OFF情報)は、送信RF部222で、アンコンバートなどの所定の無線処理が施された後、アンテナ202から無線送信される。

【0140】その後、送信機100は、アンテナ118で、受信機200から無線送信された信号を受信して、受信RF部120へ出力する。

【0141】受信RF部120では、アンテナ118で受信した信号に対してダウンコンバートなどの所定の無線処理を施す。受信RF部120の出力信号(ベースバンド信号)は、ON/OFF情報取り出し部122へ出力される。

【0142】ON/OFF情報取り出し部122では、受信機200から送られて来たサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を取り出して、キャリア選択部124に通知する。

【0143】このように、本実施の形態によれば、MC-CDMA方式において、受信品質が低く送信電力割り当てのないサブキャリアの送信を行わず(送信OFF)、その分の送信電力を、送信機100の総送信電力が一定になるように、送信電力割り当てのある(送信ON)サブキャリアに割り当てて送信を行うため(図4参照)、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0144】なお、本実施の形態では、サブキャリアごとの送信ON/OFF情報を受信機200で決定して送信機100に要求するようにしているが、これに限定されるわけではない。サブキャリアごとの受信品質情報を受信機から送信機に報告して、送信機がサブキャリアご

との送信ON/OFF情報を決定するようにしてもよい。この場合、送信機がサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定するため、受信機での演算量を低減することができる。なお、本実施の形態のように受信機がサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定する場合は、サブキャリアごとの送信ON/OFF情報はサブキャリアごとの受信品質情報よりも情報量が少ないため、受信機から送信機への情報量を低減することができる。

【0145】さらには、上りと下りとで遅延プロファイルがほぼ同じであることを利用して、送信機は、受信機からの受信信号の遅延プロファイル情報を用いて送信ON/OFF制御のためのサブキャリアごとの受信品質情報を推定し、サブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定するようにしてもよい。この場合、受信機から送信機へのフィードバック信号（サブキャリアごとの送信ON/OFF情報またはサブキャリアごとの受信品質情報）が不要になり、送信機単独でサブキャリアごとの送信ON/OFF情報を決定することができる。

【0146】また、本実施の形態では、受信機200のON/OFF情報生成部220で用いられるP値はあらかじめ設定されているが、これに限定されるわけではない。たとえば、P値は、適応的に変更してもよい。この場合、P値を伝搬環境に応じて最適な値に設定することができる。また、P値を送信機から受信機に送信するようにしてもよい。この場合、受信機は、送信されたサブキャリアの電力がN/(N-P)倍されていることを認識できるので、たとえば、QAM復調のための基準レベルを認識することができるため、QAM復調を行うことができる。

【0147】また、本実施の形態では、送信機100は基地局に、受信機200は移動局にそれぞれ搭載されているが、これに限定されるわけではない。たとえば、送信機100を移動局に、受信機200を基地局にそれぞれ搭載することも可能である。

【0148】また、本実施の形態では、本発明をMC-CDMA方式に適用した場合について説明したが、これに限定されるわけではなく、本発明は、CDMA方式と組み合わせられた任意のマルチキャリア変調方式に適用可能である。

【0149】（実施の形態2）図5は、本発明の実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図である。なお、これらのマルチキャリア送信装置（送信機）300およびマルチキャリア受信装置（受信機）400は、図1に示すマルチキャリア送信装置（送信機）100およびマルチキャリア受信装置（受信機）200とそれぞれ同様の基本的構成を有しており、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0150】本実施の形態の特徴は、従来方式1とは逆

の形態でサブキャリア送信電力制御（ここでは「サブキャリア逆送信電力制御」という）を行う、具体的には、たとえば、MC-CDMA方式において、受信機400での各サブキャリアの受信レベルに応じて、受信レベルが高いサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信レベルが低いサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行うことである。そのため、送信機300には送信パワー制御部108a、受信パワー情報取り出し部302、および送信パワー決定部304が設けられ、受信機400には受信パワー情報生成部402が設けられている。

【0151】なお、ここでも、送信機300と受信機400によってMC-CDMA方式の逆送信機が構成されている。また、たとえば、送信機300は、移動体通信システムにおける基地局に搭載され、受信機400は、移動体通信システムにおける移動局装置に搭載されている。

【0152】次いで、上記構成を有する送信機300および受信機400の特徴的な動作について、図6を用いて説明する。図6は、本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御方式の説明図である。

【0153】送信機300は、送信パワー制御部108aで、受信機400からの通知に従って、受信パワーが大きい（つまり、受信レベルが高い）サブキャリアほど大きい送信パワーで強く送信し、受信パワーが小さい（つまり、受信レベルが低い）サブキャリアほど小さい送信パワーで弱く送信するように各サブキャリアの送信電力を制御する（図6参照）。具体的には、たとえば、サブキャリア#kの受信パワーをHkとすると、サブキャリア#kの送信パワーは、1シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように、受信パワーHkに比例するパワーに設定される。このとき、受信パワー情報取り出し部302では、受信機400から送られて来たサブキャリアごとの受信パワー情報を取り出して、送信パワー決定部304に通知し、送信パワー決定部304では、サブキャリアごとの受信パワー情報を基に、各サブキャリアの送信パワーを決定して、送信パワー制御部108aに指示する。

【0154】なお、従来方式では、伝搬路におけるパワー変動を補償するために（図8（C）参照）、サブキャリアの送信パワーは、受信パワーHkの逆数1/Hk倍のパワーとなるように制御されていた（図8（A）と図8（B）参照）。

【0155】一方、受信機400は、受信電力検出部218で、FFT部210の出力信号を入力して、サブキャリア受信ごとにパイロット信号の受信レベル（ここでは、受信パワー）を検出した後、受信パワー情報生成部402へ出力する。

【0156】受信パワー情報生成部402では、受信電力検出部218の検出結果を基に、サブキャリアごとの

受信パワー情報を生成する。具体的には、サブキャリア #k の受信パワーを  $H_k$  とすると、この  $H_k$  の値を受信パワー情報として送信機 300 に通知する。

【0157】なお、このとき、受信パワーを 1 シンボル区間において規格化し、1 シンボル区間の相対的なパワーの状態を示す情報を通知するようにしてもよい。すなわち、拡散率を  $N$  とすると、規格化されたパワー情報  $H_{k\text{norm}}$  は、下記の式 2、

$$H_{k\text{norm}} = H_k / \left( \sum_{k=1}^N H_k \right) \quad (\text{式 2})$$

によって与えられる。これにより、通知情報のダイナミックレンジを小さくすることができる。また、送信機 300 においては、ある 1 シンボルを構成するサブキャリアの送信パワーの合計値を一定に保つことができる。

【0158】このように、本実施の形態によれば、MC-CDMA 方式において、受信機 400 での各サブキャリアの受信レベル（受信パワー）に応じて、1 シンボル当たりの全サブキャリアの送信電力の合計値が一定になるように、受信パワーが大きいサブキャリアほど送信電力を大きくして送信を行い、受信パワーが小さいサブキャリアほど送信電力を小さくして送信を行うため、1 シンボル当たりの総送信電力を通常と同じに制御しつつ、伝搬路において信号を効率的に増幅させて信号を受信することができ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができる。

【0159】たとえば、図 7 に示す本実施の形態に対応する方式と図 8 に示す従来方式とを比較した場合、同じ受信レベル情報に対して（図 7（A）と図 8（A）参照）、同じ送信電力にもかかわらず（図 7（B）と図 8（B）参照）、本実施の形態では、図 7（C）に示すように、図 8（C）に示す従来方式による場合よりも大きい総受信電力を得ることができる。

【0160】なお、本実施の形態では、MC-CDMA 方式におけるサブキャリア逆送信電力制御について説明したが、サブキャリア逆送信電力制御の適用対象方式はこれに限定されるわけではない。たとえば、CDMA 方式と組み合わされた任意のマルチキャリア変調方式に適用可能であり、さらには、単なる OFDM 方式にも本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御は適用可能である。

【0161】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、MC-CDMA 方式において、送信ビット数を保ちつつ、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア送信 ON/OFF 制御方式を実現することができる。

【0162】また、MC-CDMA 方式において、情報

の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア逆送信電力制御方式を実現することができる。

【0163】さらに、OFDM 方式において、情報の伝送効率および受信性能を向上することができるサブキャリア逆送信電力制御方式を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図

【図 2】送信される OFDM 信号の状態を示す図

【図 3】OFDM 信号におけるサブキャリアの配置の状態を示す図

【図 4】本実施の形態に対応するサブキャリア送信 ON/OFF 制御方式の説明図

【図 5】本発明の実施の形態 2 に係るマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図

【図 6】本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御方式の説明図

【図 7】本実施の形態に対応するサブキャリア逆送信電力制御方式の別の説明図

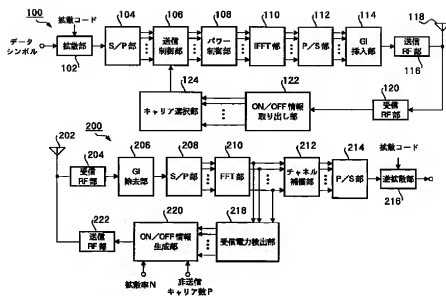
【図 8】従来のサブキャリア送信電力制御方式の説明図

【図 9】従来のサブキャリア送信 ON/OFF 制御方式の説明図

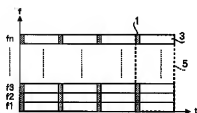
【符号の説明】

- 100, 300 送信機
- 102 拡散部
- 104, 208 S/P 部
- 106 送信制御部
- 108 パワー制御部
- 108a 送信パワー制御部
- 110 IFFT 部
- 112, 214 P/S 部
- 114 GI 挿入部
- 122 ON/OFF 情報取り出し部
- 124 キャリア選択部
- 200, 400 受信機
- 206 GI 除去部
- 210 FFT 部
- 212 チャネル補償部
- 216 逆拡散部
- 218 受信電力検出部
- 220 ON/OFF 情報生成部
- 302 受信パワー情報取り出し部
- 304 送信パワー決定部
- 402 受信パワー情報生成部

【図 1】



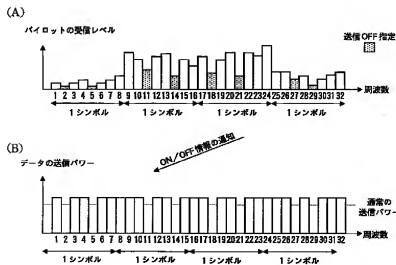
【図 2】



【図 3】

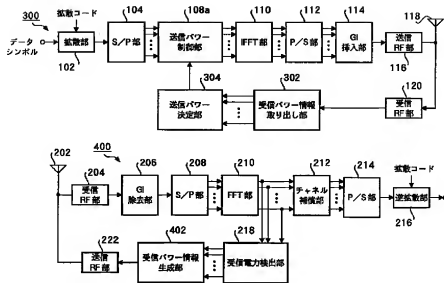


【図 4】

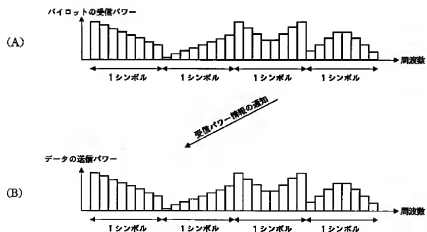




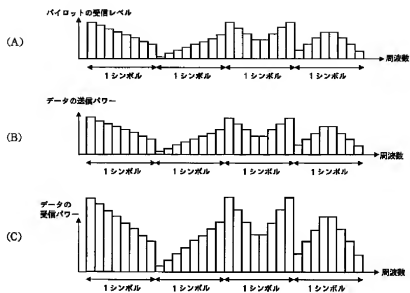
【図5】



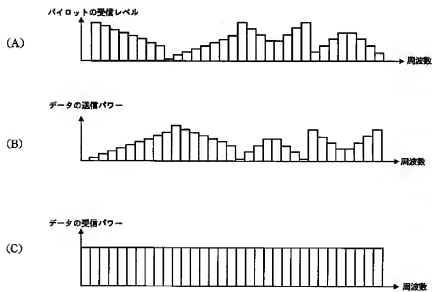
【図6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

